木瓜缺硼症之發現及防治方法之研究[1]

王德男 張國良 周 閔[2 3 4]

摘要 本研究目的，在於明瞭近年來臺灣各地木瓜果實普遍發生畸形怪病，果面凹凸不平呈瘤塊狀之原因何在？自民國62年至63年，先後在木瓜主要產地屏東縣高樹、鹽埔兩地進行各種試驗，探究其發生原因及防治方法。先用套袋及噴藥防治，斷定其並非病蟲為害，繼之進行各種肥料施用量、施用法及灌溉試驗，以及莖部解剖、組織切片，葉片及土壤分析，指示植物檢定及田間試驗等結果，始證明為缺硼症。其病徵為果實先流乳漿，繼而呈凹凸不平瘤塊狀，果腔胎座及未成熟種子之假種皮呈淡褐色，且種子多不發育或不充實。用硼砂每株0.5公克，濃度0.25%行葉面噴施；或用硼砂每株2.5～5公克行土壤施用，即可完全防止木瓜缺硼症之發生。

前 言

木瓜為臺灣主要果樹之一，高、屏地區為木瓜主要產區。近年來每年十月至翌年四月乾旱期間，果實普遍發生畸形怪病，果實表面凹凸不平，呈瘤塊狀（暫稱塊腫病），（圖6）整株、整園發生，情況嚴重，病果完全失去商品價值，只好將之餵豬或廉價賣給加工廠作為加工原料，損失慘重，必須加以解決。筆者負責木瓜試驗改良，乃致力此項研究。

按木瓜塊腫病以發生於冬季低溫期及在砂質土壤中為多，且亦較烈[(8)]，不論本地品種或新品種均有發生，據筆者[(9,10)]近年來不斷研究調查，先以套袋晝夜觀察，斷定其並非果蠅或其他昆蟲為害所致。再以各種藥劑處理證明亦非病害引起，乃推斷可能係缺乏某種微量元素或營養水分失調而引起之生理病（生理障礙）。患病果實先流乳漿（Latex），隨後果面呈凹凸不平瘤塊狀，因缺乏文獻記載可資查考，實為研究本病之一大障礙。雖然 Shorrocks[(6)] 曾述及木瓜葉片硼素含量低於 20 ppm 時，幼葉暗綠色脆硬，呈斑點狀黃化（Mottled Chlorosis），並有白色滲出物（White exudate）；Samuels[(5)] 1969 年曾於溫室中行木瓜砂耕栽培，發現木瓜缺硼時株頂呈叢生（Bunchytop），但無果實病徵描述；據 Burrell[(1)] 指出蘋果缺硼時果面呈凹凸不平，但無流汁現象。本病除果面呈塊腫狀外，生長點及莖中心髓部呈淡褐色，局部組織潰死，幼嫩種子亦呈淡褐色，且種子多不發育或不充實，但罹病株外觀與正常者無異狀。據 Bussler[(2)] 報告，作物缺乏硼素之症狀，依種類而不同，常同時或局部出現於生長點，貯藏器官、莖、葉、葉柄、花梗、根等部位。

查近年來木瓜栽培，在施肥方面因成本及施用便利之故，有機質肥料用量減少，化學肥料用量增加，土壤緩衝作用（Buttering effection）逐漸減弱，因此各種作物常發生各種微量要素缺乏症，其中尤以硼素缺乏最為嚴重普遍。Bussler[(2)] 發現有49種作物發生缺硼。本省蕃茄、花椰菜、蘿蔔、萵苣、芹菜等之硼素缺乏症已在各地普遍發生[(13)]。果樹方面，亦先後被發現缺硼症，例如蘋果及梨之

本研究承中正科學技術研究基金會補助研究費，並承中國農村復興聯合委員會補助經費，研究期間又承夏威夷大學柯文雄博士協助葉片分析，總所林家棻技正協助土壤分析，中興大學植物研究所楊瑞森先生協助細胞切片，文成後復承郁宗雄分所長斧正，謹此一併深致謝忱。

1.試驗報告農試字第七三一號

2.臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所技士。
3.農復會植物生產組技正。
4.鳳山熱帶園藝試驗分所技術助理員。

Bitter pit and cracking (6·4)，葡萄之 Hen and chiekens (6·4)，柑桔之 Cork and gum spot (6·4)，鳳梨之 Brown core。

硼素對作物之生理作用具有觸媒作用，且與植物體內醣化物和氮的代謝作用有關(7'13)，可促進無機養分之吸收，調節平衡根之鈣、鎂、鉀、磷之吸收(7)，並調節體內鉀與氮之比率及氮之吸收等作用(13)。

1973年在中央補助計畫下進行本病發生原因之探究，獲知本病實由於缺硼所引起(9'12)，乃於1974年在農復會補助計畫下進行木瓜園硼素施用量及施用法試驗，獲知本病如行葉面噴施 0.25% 硼砂0.5公克後即可見效，新生果果形即正常，至此本研究始告全部完成。

材 料 及 方 法

一、試驗一

以日陞品種為材料，試區設於屏東縣高樹鄉泰山村88號蔡福成先生木瓜園。

(一) 處理設計：先分勤灌溉區（每星期灌溉一次區）與標準灌溉區（每月灌溉一次區）二主處理，再各分不同施肥及微量元素副處理。

1.肥料處理：

A. 標準施肥區　每二個月每株施 4 ：8 ：5 混合肥料 200g，共施 6 次，即每株年施 1200g。

B. 堆肥單用區　每二個月每株每次施堆肥 5 公斤。

C. 秋季施肥區　10月至翌年 3 月間應施之標準肥料量於10月間一次施用。

D. 冬季施肥區　10月至翌年 3 月間應施之標準肥料量於12月間一次施用。

E. 多次施肥區　標準肥料量平均分12次施用，每月一次。

F. 氮肥葉面施用區　標準肥料中之氮素每月用尿素噴一次，濃度為 1 %。

G. 磷、鉀葉面施用區　標準肥料中之磷、鉀肥，以 KH_2PO_4 每月噴一次，濃度為0.25%。

H. 乾季不施肥區　10月至翌年 3 月不施肥，4 月至 9 月按標準肥料量施用。

2.灌溉處理：

I. 施肥前灌溉區　標準施肥法於施肥前灌溉一次。

J. 施肥後灌溉區　標準施肥法於施肥後灌溉一次。

3.微量元素處理：

K. 硼素葉面噴施區　每月噴0.35%硼砂二次；每次每株施 0.35g。

L. 苦土石灰施肥區　每株施用 10g，即每 $4m^2$ 施用 10g，施一次。

以上共計 2 灌溉區×12種處理× 4 重複×10株=960株。

(二) 調查項目：塊腫狀果實發生率。

二、試驗二

以屏東縣鹽埔鄉新二村王萬先生春植日陞品種為供試材料，自61年11月15日起，每隔 7 ～10天，以下列處理行葉面噴施一次，共 6 次：

A. 0.25% Molybdenum　　B. 0.25% KH_2PO_4

C. 0.25% Borax

調查果實塊腫病發生率。

三、試驗三

以屏東縣鹽埔鄉新圍村吳石先生於61年 3 月20日所栽日陞品種為材料，自62年 1 月18日起，每隔

10～15天分：A0.25% Borax, B. 1% Urea，C. ck，三種處理，行葉面噴施一次，共噴８次，每處理栽10株，重複５次。

四、試驗四

以木瓜發生塊腫病之土壤，盆栽嫩莖萵苣（Celtuce 品種）及蕃茄（Manalee 品種）爲缺硼指示植物；行木瓜病果細胞切片，以 Methylene blue 爲染色劑，並行土壤及葉片分析。

五、試驗五　硼素施用量及施用法試驗

以民國62年４月30日栽植之日陞品種爲材料，地點爲屏東縣九如鄉合作農場。

以硼素土壤施肥和葉面噴施爲主處理，葉面噴施硼砂或硼酸各分 0.25%、0.5%、１%、及０% ４種濃度，再分噴一次、二次、三次３種處理（噴一次者在10月，噴二次者在10月及11月各噴一次，噴三次者在10月至12月每月各噴一次，噴四次者在10月至翌年１月每月各噴一次）；土壤施肥以硼砂均勻混入三要素肥料後作追肥施用，每株施硼砂 0g、0.5g.、2.5g.、5g. 4種，再分施一次、二次、三次３種處理。

結 果 及 討 論

一、試驗一

根據本試驗連續５個月試驗結果，各處理間均無塊腫病果發生，此似可證明施肥灌水與果面凹凸不平怪狀之發生無關（過去瓜農認爲塊腫病係由於灌水及施肥不當所引起）。查本試驗園於61年７月間曾施入大量堆肥，推測此可能爲導致使本試驗不同處理間均無塊腫病發生之重要因子，因堆肥中含有相當量之硼素（見表三）。

二、試驗二

試驗結果如表一。

表一　不同處理對木瓜果實塊腫狀之防除效果

Table 1. Effect of different treatments on occurance of deformed-fruits

處理 Treatment / 重複 Replication / 項目 Item	銅 Cu			第一磷酸鉀 KH_2PO_4			硼砂 Borax			對照 CK		
	I	II	平均 Mean	I	II	平均 Mean	I	II	平均 Mean	I	II	平均 Mean
調查株數 Plants investigated	5	6	5.5	3	4	3.5	4	5	4.5	5	2	3.5
調查果數 Fruits investigated	57	59	58	29	40	34.5	40	66	53	43	28	35.5
塊腫狀果 No. of deformed-fruits	54	55	54.5	20	32	26	0	0	0	43	23	33
塊腫狀果百分率 (%) % of deformed-fruits	94.7	93.2	94.0	69.0	80.0	74.5	0	0	0	100	100	100

由表一、可知噴施硼砂對於防除塊腫病效果最爲顯著，噴後三個月餘，所結果實全屬正常，不再有塊腫病果發生，而對照區塊腫狀病果發生率高達 100%。按硼素在土壤中爲水溶易被雨水所溶解流失，且一般砂質地更容易流失，而土壤在乾旱狀態時，亦不易被根部吸收，此與本病發生於輕鬆土壤中爲多，且在乾季最嚴重而普遍之情形相吻合。由以上結果，初步推斷木瓜果面塊腫病之發生原因爲缺硼之可能性最大。

三、試驗三

試驗結果如表二。

表二　不同處理間防治效果

Table 2. Control effect among different treatments

處理 Treatment / 項目 Item	硼砂 Borax	尿素 Urea	對照 CK
調查株數（株） Plants investigated	50	50	50
調查果數（個） Fruits investigated	1,446	1,490	1,700
塊腫狀果數（個） No. of deformed-fruits	1	1,077	1,426
塊腫狀果率（%） % of deformed-fruits	0.07	72.35	83.91

由表二得知：

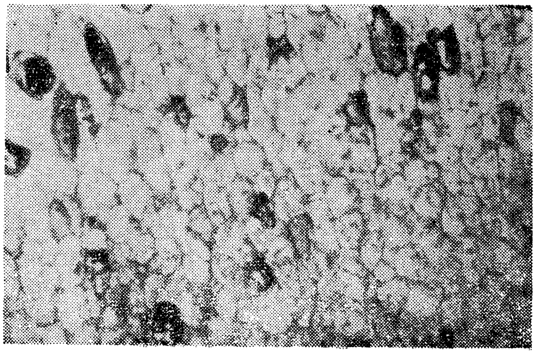
（一）噴硼砂區效果仍最顯著，噴後三個月所結之果實幾全部爲正常，噴尿素區發病率高達72%，對照區發病果高達84%。

（二）可確定木瓜果實塊腫病發生之眞正原因，係由缺硼所引起。

（三）但將來栽種木瓜將施用多少量硼素作爲基肥，亦有待試驗研究。

四、試驗四

細胞切片，葉片與土壤分析及利用嫩莖萵苣（Asparagus luttice）、蕃茄作爲指示植物（Indicator plant）行生物測定等結果如表三、四，及圖一、二、三、四。

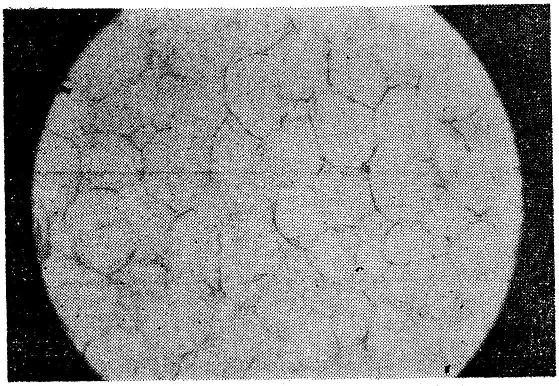


圖一：

塊腫病果實之細胞 40×15x

Fig. 1.

Cells of deformed-fruit (40×15x)



圖二：

正常果實之細胞 40×10x

Fig. 2.

Cells of normal-fruit (40×10x)

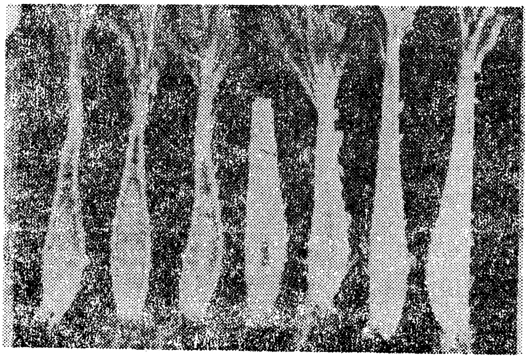
表三 土壤及葉片中硼素含量分析表

Table 3. Boron analysis of soil and leaf

樣品 Sample / 代號 No.	土壤 深度 Depth (cm)	土壤 水溶性硼素含量 Hot Water extracted (ppm)	土壤 酸度 (pH value)	植株 部位 (Position)	植株 總硼素含量 Total Boron (ppm)	園主 Farmer	果實 Fruit
1	20	1.30	6.5	葉片 Leaf blade	98.0	王彥	正常 Normal
2	40	2.46	6.8	葉柄 Petiole	31.0		
3	20	0.51	5.7	葉片 Leaf blade	14.5	王彥	塊腫狀 Diseased
4	40	0.58	6.3	葉柄 Petiole	13.5		
5	20	0.34	6.7	葉片 Leaf blade	89.5	吳石	正常 Normal
6	40	0.38	7.4	葉柄 Petiole	41.5		
7	20	0.31	7.1	葉片 Leaf blade	19.0	吳石	塊腫狀 Diseased
8	40	0.34	7.6	葉柄 Petiole	14.7		
9	20	0.40	6.4	葉片 Leaf blade	38.8	蔡福成	正常 Normal
10	40	0.26	6.7	葉柄 Petiole	22.0		
11	20	0.26	5.1	葉片 Leaf blade	13.5	蔡福成	塊腫狀 Diseased
12	40	0.30	5.3	葉柄 Petiole	16.0		
13	20	0.42	6.0	葉片 Leaf blade	28.0	劉貴慶	正常 Normal
14	40	0.48	6.5	葉柄 Petiole	20.0		

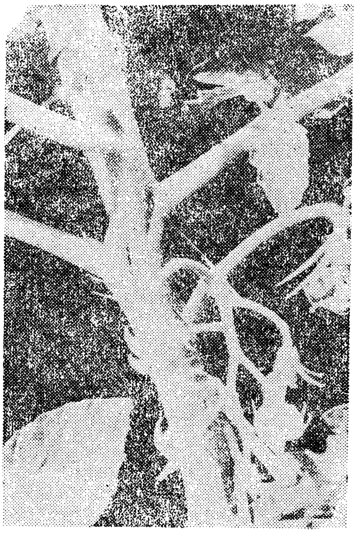
15	20	0.58	6.9	葉 片 Leaf blade	22.0	戴秋復	正 常 Normal
16	40	0.38	7.1	葉 柄 Petiole	23.0		
17	20	0.21	7.5	葉 片 Leaf blade	42.5	邱火炎	正 常 Normal
18	40	0.30	7.8	葉 柄 Petiole	20.0		
堆 肥 (Compost)					25.0		

（係委託臺灣省農業試驗所土壤研究室林家棻技正代爲分析）。



圖三 指示植物一嫩莖萵苣中所呈現之缺硼症狀

Fig. 3. Lettuce grown in soils collected from diseased fields developed typical boron deficiency symptoms



圖四：

指示植物一蕃茄所呈現之缺硼症狀

Fig. 4.

Tomato grown soils collected from diseased fields developed typical boron deficiency symptoms

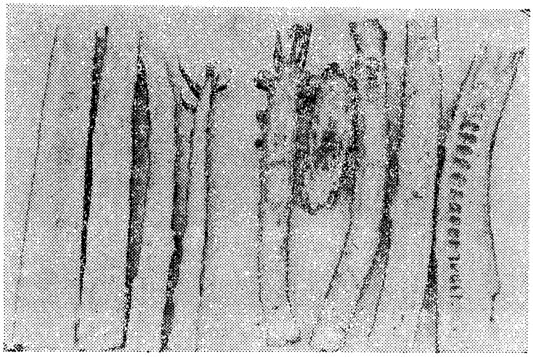
表四　木瓜葉片成分分析表

Table 4. The mineral content of leaves from diseased and healthy Papaya trees

樣品別 Source of sampled	代號 No. / 樣品 Sampled	磷素 P (%)	鉀素 K (%)	鈣素 Ca (%)	鎂素 Mg (%)	銅 Cu (ppm)	鐵 Fe (ppm)	鋅 Zn (ppm)	硼 B (ppm)	錳 Mn (ppm)	鈉 Na (ppm)	鋁 Al (ppm)	鋇 Ba (ppm)
Sample from diseased trees	1	0.24	2.36	2.50	1.18	18.24	316.80	34.11	13.87	72.38	0.03	220.00	6.49
	2	0.24	1.26	3.39	1.11	18.37	197.59	29.19	12.16	92.20	0.04	220.00	4.17
	3	0.26	1.26	3.98	1.46	15.83	190.13	27.77	17.05	138.31	0.05	210.00	4.01
	4	0.28	2.17	2.95	1.10	15.50	189.15	30.97	12.76	91.89	0.04	180.00	3.42
	5	0.29	1.47	3.29	1.17	14.45	181.55	30.27	14.43	124.26	0.05	190.00	3.77
	6	0.24	1.95	3.27	1.21	15.98	185.88	31.36	13.83	74.26	0.05	210.00	3.39
	平均	0.25	1.74	3.23	1.20	16.39	210.18	30.61	14.01	98.88	0.04	201.66	4.20
Sample from healthy trees	1	0.27	1.01	3.56	1.37	14.08	150.94	34.32	62.22	99.04	0.03	190.00	2.81
	2	0.28	0.99	3.78	1.28	20.07	183.67	32.30	51.92	93.10	0.04	230.00	3.65
	3	0.25	1.07	3.63	1.14	16.78	167.86	37.00	32.95	84.12	0.02	180.00	3.08
	4	0.26	1.07	3.28	1.28	17.34	197.10	48.05	63.56	86.43	0.05	220.00	3.71
	5	0.25	0.98	3.25	1.19	15.42	166.24	27.66	62.73	135.03	0.03	180.00	2.62
	6	0.28	0.94	3.41	1.29	16.16	178.36	70.31	43.98	98.09	0.04	210.00	3.46
	平均	0.26	1.01	3.49	1.25	16.64	174.02	41.60	52.89	99.33	0.04	201.66	3.38

(係委託夏威夷大學代爲分析之資料)

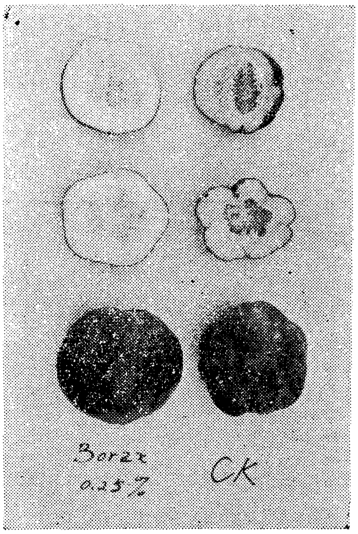
由圖一、二得知病果細胞與正常果細胞顯然不同，病果細胞較小，細胞壁厚，細胞內有許多堆積物，此堆積物經不同染色劑染色結果，確定爲核酸（R. N. A）。而硼素直接涉及核酸的合成[7]，且硼素對植物體內醣化物及氮的代謝與磷的代謝作用有關[7, 13]，故缺硼能使儲藏器官停止生長，細胞壁木質化（Lignification）[7]，厚且硬（圖一），及在果實中層部分有不正常石炭酸（Phenol）堆積現象[7]，造成莖內部及生長點呈黃褐色（圖五A），幼嫩種子亦呈黃褐色，且多不發育（圖五B），並造成果實流乳漿（圖五C），最後果面呈凹凸不平塊腫狀（圖6）。



圖五、A：莖縱剖面

左：4片爲健全株　右：5片爲病株

Fig. 5A. Cross-section of Papaya stem region Left: (4 Pieces) healthy plant Right: (5 Pieces) diseased plant

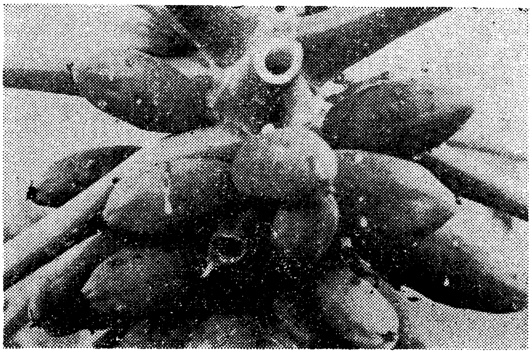


圖五、B：

左：經噴 0.25% Borax 後之健全果

右：病果

Fig. 5. B. Internal and external appearance of normal fruits (left column) and deformed fruits (right column)



圖五、C：木瓜果實缺硼初期流出乳漿

Fig. 5. C. The early stage of deformed-fruit disease, note the secretion of milky latex on affected fruits.

圖 6 ：缺硼果實呈塊腫狀

Fig. 6. The late stage of deformed-fruit disease, note the roughness and deformity of the affected fruits.

由表三、得知：

（1）土壤深度 40cm 處其水溶性硼素含量比 20cm 處較高，此可能上層土壤中硼素隨雨水向下層土壤移動，或上層土壤中硼素比較容易流失。

（2）葉片中硼素含量一般比葉柄中含量爲高。

（3）pH 値低者，似有較易發生缺硼症之傾向。

（4）結果正常之葉片，其硼素含量皆在 20 ppm 以上，不論葉片或葉柄，其所含硼素低於 20 ppm 時，即發生缺硼症。

由表四、得知：

（1）木瓜葉片中所含各種元素量，在國內外似尚無資料可查，此可提供今後研究之參考。

（2）健康植株與發病株間所含各種元素量，以硼素之差異最爲顯著，發病株之硼素含量皆低於 20 ppm，健康植株則皆高在 32ppm 以上，與表三、所得結果相吻合。

五、試驗五　硼素施用量及施用法試驗

經過以上一連串試驗研究結果，已證實木瓜塊腫病係由於缺硼所引起，且可使用硼素防除之，但硼素之施用量，使用次數及施用方法尚有探討必要，因而再進行本試驗，其結果整理如表五。

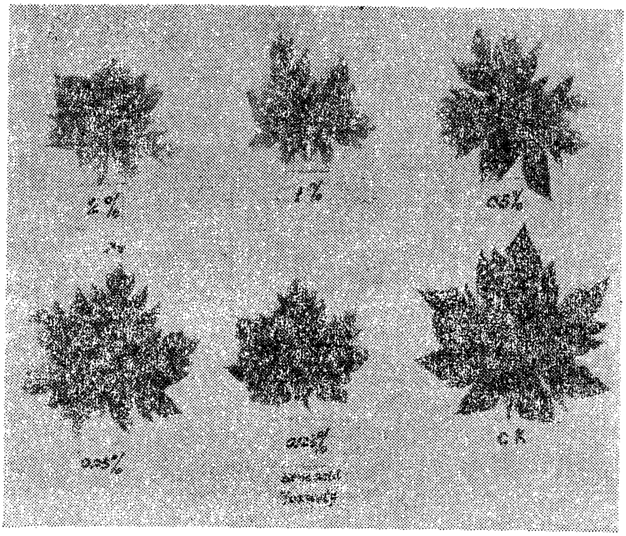
表五、木瓜園各種硼素施用量及施用法對木瓜缺硼症之效果

Table. 5. Control of deformed-fruit dis ease of papaya by foliar spray and soil apply

施用方法 Meth. applied	施用濃度 Dosage	施用次數 Time applied	處理代號 No. of treat-ment	處理株數 Plant treated	調查果數 Fruits investig-ated	病果數 No. of deformed-fruits	病果率 deformed fruits	藥害情形 Toxicity
葉面噴施硼砂 Spray Borax leaf	0.25%	1	A 1	27	964.0	0	0	無 No
		2	A 2	30	1155.0	0	0	
		3	A 3	25	916.0	0	0	
	0.5%	1	B 1	29	1011.7	0	0	無 No
		2	B 2	22	1019.0	0	0	
		3	B 3	27	862.0	0	0	
	1 %	1	C—1	23	889	0	0	無 No
		2	C—2	25	931	0	0	
		3	C—3	20	732	0	0	
	CK	1	D—1	22	764	0	0	
		2	D—2	22	872	0	0	
		3	D—3	23	824	15.0	18.2	
土壤施用硼砂 Borax soil supply	0.5公克/株 (g/Plant)	1	E—1	22	675	0	0	無 No
		2	E—2	18	681	0	0	
		3	E—3	16	574	0	0	
	2.5公克/株 (g/Plant)	1	F—1	16	512	0	0	無 No
		2	F—2	19	566	0	0	
		3	F—3	22	656	0	0	

	5公克/株 (g/Plant)	1	G—1	16	498	0	0	無 No
		2	G—2	18	640	0	0	
		3	G—3	11	266	0	0	
	CK	1	H—1	22	574	9	1.57	
		2	H—2	15	481	86	17.88	
		3	H—3	17	485	0	0	
無葉面噴施硼酸 No Boric acid leaf Spray	0.25%	1	I—1	10	180	0	0	無 No
		2	I—2	10	202	0	0	
		3	I—3	10	158	0	0	
	0.5%	1	J—1	10	238	0	0	微 Light
		2	J—2	10	177	0	0	
		3	J—3	10	191	0	0	
	1 %	1	K—1	10	211	0	0	幼葉葉綠黃枯 Yellow around the edge of young leaf
		2	K—2	10	240	0	0	
		3	K—3	10	243	0	0	
	CK	1	L—1	10	246	23	9.35	
		2	L—2	10	250	15	6.0	
		3	L—3	10	169	29	17.16	

本試驗結果顯示，不論硼砂或硼酸，對防治木瓜塊腫病之效果均極顯著，不論葉面噴施或爲土壤施肥均可完全防止，濃度由0.25%～1 %，只要噴一次就有 100%效果，故爲經濟起見，葉面噴施每株可用硼砂0.5%（可和農藥混合噴），土壤施肥每株約0.5公克可混入化學肥料，在缺硼不嚴重地區



圖七、硼酸葉面噴佈濃度過高所發生之藥害情形

Fig. 7. Toxicity occurred on the young leaf when foliar spray with 0.25～2% boric acid solution

，可於乾旱季節來臨前噴一次，在缺硼嚴重地區應在乾旱季節開始時，每隔２～３週噴一次，連續噴三次以上。硼酸（Boric acid）雖與硼砂有同等效果，但硼砂所施用之各種濃度對木瓜葉片均無藥害發生，而硼酸如行葉面噴施，濃度超過0.25%時，對木瓜幼葉（葉心）即發生顯著藥害（如圖七），使用時宜特別注意濃度。

結　　論

綜合以上試驗結果，獲得結論如下：

一、木瓜缺硼症狀爲果實流乳漿，繼而呈塊腫狀，果腔胎座淡褐色，幼嫩種子亦呈淡褐色(原爲白色)，且種子多不發育或發育不充實，但罹病株外觀與正常者無異。

二、木瓜果實塊腫病，依本試驗結果，證明爲缺硼症，葉面噴施0.25%硼砂（Borax）每株 0.5公克，即可見效，新生果果形即正常。

三、如用土壤施用，每株木瓜施用硼砂2.5～５公克，即每公頃施５～10公斤爲準。

參 考 文 獻

(１) Burrell, A. B. (1940): The Boron-deficiency Disease of Apple. N. Y. (Cornell) Agr. Expt. Sta. Bul. 428:280

(２) Bussler, W. (1964): Boron Deficiency Symptoms and their Development. Borax Consolidated Limited, London. p1-32.

(３) Huguet, M. C. (1964): Boron in the Physiology of Fruit Trees Relation with Fruit Quality. Borax Consolidated Limited, London.

(４) 三井進午、今泉吉郎 (1958) 作物の要素缺乏一診節と對策，博友社 p. 143; 216—218

(５) Samuels, G. and H. Gibes (1969). Mineral Deficiency Symptoms Displayed by Papaya Grown in Sand Culture. Hort. Abs. 44 (12):905

(６) Shorrocks, M. Boron Deficiency-Its prevention and Cure. Borax Consolidated Limited, London. 56pp.

(７) Skol'Nik, M. (1965): The Physiological Role of Boron in Plants. Borax Consolidated Limited, London. P1-13

(８) 王德男 (1971) 木瓜栽培，農林廳指導員手册 050Ｂ—園藝１、２

(９) 王德男 (1973) 木瓜果實瘤腫病（暫稱）發生原因之研究（未發表）。

(10) 王德男 (1974) 木瓜缺硼症之發現及防止方法之研究（論文摘要宣讀）中國園藝20（６）：350

(11) Wang, D. N. and W. H. Ko (1974): Etiology and Control of Deformed-fruit Disease of Papaya (in English) The American Phytopathological Society. (in press)

(12) Wang, D. N. and W. H. Ko (1974): Relationship between Deformed-fruit Disease of Papaya and Boron Deficiency. (in English) Hawaii Agr. Expt. Sta. Journ. Series paper No. 1789

(13) 郁宗雄 (1956) 硼素對於蔬菜之影響，科學農業４（２）：59～63

DISCOVERY AND STUDY ON THE BORON DEFICIENCY OF PAPAYA

By

D. N. Wang, K. L. Chang, and M. Chow

An unknown disease was wide spread in papaya orchard recently. Latex secretion was found on the surface of fruits at first, and then many tumors were formed. The whole area in the location including young seeds was turned into brown color. The fruits after attacked lose their marketable value.

Boron deficiency was found after many investigations and experiments under JCRR project and Chung-cheng Scientific Technology Foundation. Leaf samples collected from papaya trees with deformed-fruits contained only about one-fourth concentration of boron of the leaves from healthy trees. Tomato and Lettuce grown in soils collected from diseased fields developed typical boron deficiency symptoms. The disease was controlled by spraying leaves of diseased trees with 0.25% borax or 0.1% boric acid solution or by applying 0.5% borax around a diseased trees. Results indicated that deformed-fruit disease of papaya was caused by boron deficiency.

In the same time, we found that it is much easier to cause boron deficiency if papaya trees are planted in the sandy soil during the dry season. Boron in sandy soil is easy to wash off after rainning but is not easy to be absorbed by plant when soil is dry. Therefore, regular irrigation and application of borax is necessary in papaya orchard,

---

This research was financed in part by grant of JCRR and Chung-cheng Scientific Technology Foundation.

1. Serial No. 731.

2. Horticulturist, Feng-Shan Tropical Horticultural Experiment Station. TARI.